

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Januar 2002 (24.01.2002)

PCT

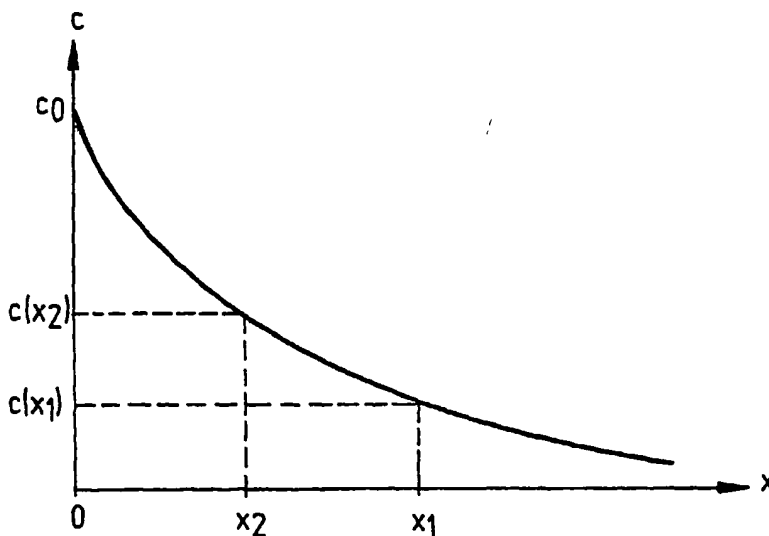
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/06851 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 11/12, (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
G01N 21/53, B60R 16/02 US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02028 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PÖCHMÜLLER,
(22) Internationales Anmeldedatum: 25. Mai 2001 (25.05.2001) Werner [DE/DE]; Osterbrink 11, 31139 Hildesheim (DE).
KUEHNLE, Goetz [DE/DE]; Schubartstrasse 2, 71282
Hemmingen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
(30) Angaben zur Priorität: 100 34 461.5 15. Juli 2000 (15.07.2000) DE NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING VISIBILITY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SICHTWEITENBESTIMMUNG



(57) Abstract: To determine the visibility, in particular of a driver in a motor vehicle, a contrast ($c(x_1)$, $c(x_2)$) is measured from at least two measuring positions (x_1 , x_2) of a measuring device, said positions being at different distances from the object. The relationship between the measured contrast values is converted into a visibility (δ), based on the difference between the distances of the measuring positions from the object.

(57) Zusammenfassung: Zur Bestimmung der Sichtweite insbesondere eines Fahrers in einem Kraftfahrzeug wird ein Kontrast ($c(x_1)$, $c(x_2)$) von wenigstens zwei unterschiedlich weit von dem Objekt entfernten Messpositionen (x_1 , x_2) eines Messgeräts aus gemessen, und das Verhältnis der gemessenen Kontrastwerte wird anhand der Differenz der Entfernungen der Messpositionen vom Objekt in einer Sichtweite (δ) umgerechnet.

WO 02/06851 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

Verfahren zur Sichtweitenbestimmung

10 Stand der Technik

Die Bestimmung der Sichtweite in einem trüben Medium, d.h. die Bestimmung einer Entfernung, jenseits von der zwei getrennte oder unterschiedlich gefärbte
15 te Objekte für einen Betrachter nicht mehr sicher unterscheidbar sind, ist ein technisches Problem, das insbesondere bei der Steuerung von Fahrzeugen relevant ist, da die Sichtweite maßgeblich die sicher fahrbare Höchstgeschwindigkeit bestimmt. Die
20 Vielzahl sich jährlich ereignender Unfälle unter eingeschränkter Sichtweite, z.B. bei Nebel, zeigt, daß es für einen menschlichen Fahrer sehr schwer ist, die aktuelle Sichtweite quantitativ zu erfassen und die Geschwindigkeit seines Fahrzeugs an
25 diese Sichtweite anzupassen.

Es ist daher wünschenswert, über Verfahren zum Messen der Sichtweite zu verfügen, die z.B. in künftigen Fahrerassistenzsystemen eingesetzt werden können,
30 um bei Überschreitung einer von der jeweils gemessenen Sichtweite abhängig festgelegten Höchstgeschwindigkeit ein Warnsignal zu liefern und so

- 2 -

den Fahrer zu veranlassen, seine Geschwindigkeit zu drosseln. Besondere Bedeutung hat die quantitative Sichtweitebestimmung auch bei künftigen Fahrerassistenzsystemen, die dem Fahrer Teile seiner Fahraufgaben abnehmen, wie z.B. die Fahrzeugschlängsführung (automatischer Gas/Bremseingriff in einem adaptiven Fahrgeschwindigkeitsregelsystem).

Prinzipiell sind zwei verschiedene Arten der Sichtweite von Interesse. Zum einen handelt es sich dabei um die objektive Sichtweite (Normsichtweite), die über die Dämpfung eines optischen Signals bei Durchdringen einer gewissen Strecke des Mediums, in dem die Sichtweite zu messen ist, gegeben ist.

Zum anderen möchte man die subjektive Sichtweite des Fahrers erfassen. Diese wird von Faktoren wie der externen Beleuchtung, Kontraste, Umgebung, der Größe von Umgebungsobjekten sowie der individuellen Sehleistung des Fahrers beeinflusst. So ist z.B. bei einer Nachtfahrt in nichtbeleuchteter Umgebung die subjektive Fahrersichtweite auf die Grenzen der Fahrzeugscheinwerferkegel begrenzt. Führt man jedoch nachts auf einer beleuchteten Allee, so ist die Sichtweite wesentlich größer. In beiden Fällen ist die Dämpfung eines Lichtsignals in der Atmosphäre und damit die Normsichtweite gleich. Aufgrund der Vielzahl möglicher Umgebungseinflüsse sowie individueller Parameter ist die Bestimmung der subjektiven Sichtweite wesentlich schwieriger als die der objektiven Sichtweite, bzw. sie ist nur eingeschränkt möglich.

Techniken zur Messung der Normsichtweite für die Anwendung in Kraftfahrzeugen befinden sich in der Erprobung. Bei diesen handelt es sich im wesentlichen um aktive Verfahren, die nach dem Rückstreu-
5 prinzip arbeiten. Hierbei wird ein optisches Signal in das zu messende Medium ausgesendet. Mittels eines entsprechenden Sensors wird das zurückgestreute optische Signal aufgefangen und anhand einer Aus-
10 wertung des zeitlichen Verlaufs des empfangenen Signals auf die Durchlässigkeit des Mediums bezüglich des ausgesendeten Signals geschlossen. Um bei einer Anwendung in einem Kraftfahrzeug eine Störung des Fahrers durch die Messung auszuschließen, muß ein
15 optisches Signal im nahen Infrarotbereich verwendet werden.

Da aktive Verfahren grundsätzlich mit einer eigenen Lichtquelle arbeiten, sind sie auf die Bestimmung
20 der Normsichtweite beschränkt. Eine Berücksichtigung der vom Fahrer tatsächlich wahrgenommenen Lichtverhältnisse ist ausgeschlossen. Da die vom Fahrer wahrgenommene subjektive Sichtweite nicht größer sein kann als die Normsichtweite, häufig
25 aber wesentlich kleiner ist, sind diese Verfahren für die Anwendung in Fahrerassistenzsystemen nur sehr eingeschränkt geeignet.

Neben den erwähnten aktiven Verfahren werden auch
30 passive Verfahren vorgeschlagen, die lediglich mit in der Umgebung bereits vorhandenem Licht arbeiten. Als Beispiel für ein solches passives Verfahren und

eine Vorrichtung zu seiner Durchführung kann auf EP
0 687 594 B1 verwiesen werden. Bei dem aus dieser
Schrift bekannten Verfahren wird eine Kamera zum
Erzeugen eines Bildes eines Blickfeldes eingesetzt,
5 die Zahl von schwarzen und weißen Pixeln im Bild
wird mit einem Grenzwert verglichen. Ergebnis des
Verfahrens ist die Aussage, daß Nebel vorliegt,
wenn der Grenzwert unterschritten wird, oder daß
kein Nebel vorliegt, wenn der Grenzwert überschrit-
10 ten wird.

Dieses bekannte Verfahren erlaubt somit lediglich
eine grobe Abschätzung, eine quantitative Messung
der Sichtweite ist nicht möglich, da bei der Aus-
15 wertung des von der Kamera erzeugten Bildes keine
Information darüber vorliegt, welche Gegenstände
das Bild enthält bzw. welche Kontraste diese von
Natur aus aufweisen. Das bekannte Verfahren kann
daher fälschlicherweise auf das Vorhandensein von
20 Nebel schließen, wenn das Blickfeld großenteils von
Gegenständen mit geringem Kontrast ausgefüllt ist.

Vorteile der Erfindung

25 Das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung hat
demgegenüber den Vorteil, daß es eine quantitative
Bestimmung der Sichtweite erlaubt und unabhängig
von den tatsächlichen Kontrastwerten der Objekte
ist, an denen die Messung durchgeführt wird.

30

Diese Vorteile werden erreicht, in dem ein Kontrast
an einem Objekt von wenigstens zwei Meßpositionen

- in unterschiedlichem Abstand von dem Objekt gemessen wird und die Änderung der gemessenen Kontrastwerte in eine Sichtweite umgerechnet wird. Wenn die Luft auf dem Weg von dem Objekt zu den
- 5 zwei Meßpositionen meßbar getrübt ist, so bewirkt dies, daß in der weiter entfernten Meßposition ein geringerer Kontrast gemessen wird als in der weniger weit entfernten. Dabei ist unerwarteterweise das relative Ausmaß der Kontraständerung unabhängig
- 10 von dem tatsächlichen Kontrast des Objekts, so daß in Kenntnis der Entfernungen der zwei Meßpositionen von dem Objekt eine quantitative Umrechnung der Änderung der gemessenen Kontrastwerte in eine Sichtweite möglich ist.
- 15
- Einer ersten Ausgestaltung des Verfahrens zufolge wird die Entfernung des Meßgeräts von dem Objekt an jeder Meßposition absolut gemessen, vorzugsweise durch optische Verfahren wie Triangulation.
- 20
- Grundsätzlich ist aber allein die Kenntnis der Differenz der Entfernungen der Meßpositionen vom Objekt für die Umrechnung ausreichend.
- 25
- Wenn das erfindungsgemäße Verfahren zur Messung der Sichtweite eines Fahrers in einem fahrenden Kraftfahrzeug eingesetzt wird, kann die Differenz der Entfernungen mit dem von dem Kraftfahrzeug zwischen den zwei Meßpositionen zurückgelegten Weg gleichgesetzt werden.
- 30

Dieser von dem Kraftfahrzeug zurückgelegte Weg läßt sich in einfacher Weise anhand eines im Fahrzeug vorhandenen Geschwindigkeitssignals und einer Zeitreferenz ermitteln.

5

Alternativ kann der zurückgelegte Weg auch durch Messen des von einem Rad des Fahrzeugs zwischen den Meßpositionen zurückgelegten Drehwinkels ermittelt werden.

10

Das Objekt, dessen Kontrast gemessen wird, wird vorteilhafterweise jeweils innerhalb eines kegelförmigen Volumens mit vorgegebenem Öffnungswinkel ausgewählt, wobei das Fahrzeug sich jeweils am Scheitelpunkt des Kegels befindet und die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs der Achse des Kegels entspricht. Der Öffnungswinkel des Kegels ergibt sich aus einem Kompromiß zwischen den Anforderungen, daß einerseits ein großer Öffnungswinkel des Kegels das Auffinden eines für die Messung gut geeigneten, kontrastreichen Objektes erleichtert, das andererseits aber die Genauigkeit der Messung durch Parallaxenfehler um so weniger beeinträchtigt wird, je näher das ausgewählte Objekt an der Achse des Kegels liegt.

25

Da für den Fahrer eines Kraftfahrzeugs die Kenntnis der Sichtweite in Fahrtrichtung von besonderem Interesse ist, wird es in den meisten Fällen zweckmäßig sein, das Objekt in einem kegelförmigen Volumen auszuwählen, das in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegt.

30

Es kann sich jedoch auch als zweckmäßig erweisen, das Objekt in einem in Fahrtrichtung hinter dem Fahrzeug liegenden kegelförmigen Volumen zu wählen.

5 Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, daß zu dem Zeitpunkt, an dem das Objekt ausgewählt wird, sich dieses in einer geringen Entfernung von dem Fahrzeug befindet, in der der vom Fahrzeug aus meßbare Kontrast relativ stark ist. Mit zunehmender Entfernung

10 schwindet dieser Kontrast. Die zweite Messung kann daher in einem relativ großen Abstand durchgeführt werden, der im wesentlichen durch die Fähigkeit eines an das Meßgerät angeschlossenen Bildanalyse-
systems begrenzt ist, das ausgewählte Objekt zu

15 verfolgen. Bei Messung in Fahrtrichtung hingegen besteht das Problem, daß unter einer Vielzahl von kontrastschwachen Objekten, die zum Zeitpunkt der ersten Messung zur Auswahl stehen, nicht bekannt ist, welches von diesen weit vom Fahrzeug entfernt

20 und objektiv kontraststark ist und somit ein geeignetes Meßobjekt darstellt.

Das Problem, ein geeignetes Objekt für die Kontrastmessung zu finden, stellt sich insbesondere

25 dann, wenn die Sichtweite tatsächlich durch Nebel oder dergleichen beschränkt ist. Es kann sich daher als zweckmäßig erweisen, bei guten oder halbwegs guten Sichtverhältnissen jeweils ein Meßobjekt in Fahrtrichtung zu wählen, und, falls das Scheitern

30 von Messungen in Fahrtrichtung auf schlechte Sichtverhältnisse schließen läßt, ein Meßobjekt entgegen der Fahrtrichtung zu verwenden.

Die gleiche vorteilhafte Wirkung kann bei Auswahl eines Objekts in Fahrtrichtung auch dadurch erreicht werden, daß an den zwei Meßpositionen jeweils ein Bild aufgezeichnet wird, daß das Objekt in dem jüngsten der Bilder ausgewählt wird, in dem es zwangsläufig am größten und kontraststärksten ist, und daß es in dem wenigstens einen älteren Bild identifiziert wird, um die Kontrastmessung durchzuführen.

Um die Meßgenauigkeit weiter zu verbessern, kann die Kontrastmessung an dem Objekt auch von drei oder mehr unterschiedlich weit von dem Objekt entfernten Meßpositionen aus durchgeführt werden, und die Sichtweite wird durch ein Anpassungsverfahren wie etwa das Verfahren der kleinsten Fehlerquadrate ermittelt.

Für die Durchführung des Verfahrens wird vorzugsweise ein Meßgerät mit einem CCD- oder CMOS-Bildsensor als ortsauflösender Bildsensor eingesetzt. Die Auswahl eines für eine Kontrastmessung geeigneten Objekts kann bei einem solchen Bildsensor durch Bilden eines Gradienten der erfaßten Lichtintensität über die Bildfläche des Sensors und Auswählen einer Region mit einem hohen Gradienten erfolgen.

Eine nichtlineare, vorzugsweise logarithmische Wandell Kennlinie des Bildsensors vereinfacht die Auswertung der aufgezeichneten Bilder.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren.

5

Figuren

Es zeigen:

10 Fig. 1a ,1b eine typische Anwendungssituation des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 den scheinbaren Kontrast eines Objekts als Funktion der Entfernung zwischen
15 Objekt und Meßgerät;

Fig. 3 schematisch den Aufbau eines Meßgeräts zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;
20

Fig. 4 ein Flußdiagramm des Verfahrens in einer ersten Ausgestaltung; und

Fig. 5 ein Flußdiagramm des Verfahrens in einer zweiten Ausgestaltung.
25

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt in ihren Teilen a und b eine typische Verkehrsszene aus Sicht des Fahrers eines Kraftfahrzeugs, gesehen in Fahrtrichtung. Die Szene ist zu zwei verschiedenen Zeitpunkten t_1 und t_2 darge-
30

stellt, wobei t_2 später ist als t_1 . Als ein Objekt 1 für eine Kontrastmessung ist hier die Ecke einer Fahrbahnmarkierung mit ausgeprägtem hell-dunkel Kontrast ausgewählt. Das Objekt wird im Bild einer Kamera zum Zeitpunkt t_1 detektiert und vermessen. Es wird dann über einen gewissen Zeitraum im Bild verfolgt und zu einem späteren Zeitpunkt t_2 wird der Kontrast erneut gemessen.

- Bei optimalen Sichtbedingungen sollten die Ergebnisse der Kontrastmessungen zum Zeitpunkt t_1 und t_2 gleich sein. Bei schlechter Sicht, z.B. wegen Nebel, Regen, Rauch oder dergleichen sollte der Kontrast zum Zeitpunkt t_2 größer sein als zum Zeitpunkt t_1 . Auch bei Dunkelheit ist davon auszugehen, daß der Kontrast des Objekts 1 um so stärker ist, je näher es den Scheinwerfern des Fahrzeugs rückt.

Figur 2 zeigt die Abhängigkeit des vom Fahrzeug aus meßbaren scheinbaren Kontrasts des Objekts 1 als Funktion der Entfernung x . Bei einer Entfernung $x = 0$ ist der gemessene Kontrast gleich dem tatsächlichen oder objektiven Kontrast c_0 , d.h. dem Kontrast, der direkt an der Oberfläche des Objekts gegeben ist. Mit zunehmender Entfernung nimmt der scheinbare Kontrast c , d.h. der von fern meßbare, von der Trübung der Atmosphäre beeinflusste Kontrast exponentiell nach der Formel

$$c(x) = c_0 e^{-\frac{x}{\delta}}$$

ab, wobei δ als Sichtweite definiert werden kann. Wie man leicht aus der obigen Formel herleiten kann, kann die Sichtweite δ anhand von zwei Kontrastmessungen in beliebigen Entfernungen x_1 bzw. x_2 zum Objekt 1 wie folgt bestimmt werden.

$$\delta = \frac{x_2 - x_1}{\ln\left(\frac{c(x_1)}{c(x_2)}\right)} = \frac{x_2 - x_1}{\ln(c(x_1)) - \ln(c(x_2))}$$

Der erhaltene Meßwert der Sichtweite δ ist also
10 völlig unabhängig von dem realen Kontrast c_0 . Für eine korrekte Auswertung der gemessenen Kontrastwerte ist folglich keinerlei Information über die Art des für die Messung ausgewählten Objekts erforderlich.

15

Figur 3 zeigt stark schematisiert ein Blockdiagramm der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsge-
mäßigen Verfahrens. Die Vorrichtung umfaßt eine Kamera 2, deren optische Achse 3 im wesentlichen paral-
20 lel zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs ausgerichtet ist. Das Blickfeld der Kamera definiert ein kegelförmiges Volumen 4, das in der Figur als schraffierte Fläche dargestellt ist. Die Kamera 2 kann z.B. in einem vorderen oder hinteren Stoßfänger des
25 Fahrzeugs oder in unmittelbarer Nachbarschaft eines Scheinwerfers angeordnet sein. Die Anordnung in der Nähe des Scheinwerfers hat den zusätzlichen Vorteil, daß das Blickfeld der Kamera weitgehend mit dem Lichtkegel des Scheinwerfers zusammenfallen

- 12 -

kann, was eine Messung der subjektiven Sichtweite des Fahrers bei Dunkelheit erleichtert.

Die Kamera umfaßt als bildaufzeichnendes Element
5 einen CCD- oder CMOS-Sensor 5 mit einer Vielzahl von zu einer Matrix von Zeilen und Spalten angeordneten Pixeln. Die Pixel weisen eine nichtlineare Wandelkennlinie auf.

10 Einer ersten Variante zufolge kann diese Kennlinie an die Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auges angepaßt sein, so daß das von jedem einzelnen Pixel gelieferte Signal proportional zu dem von einem menschlichen Auge für den entsprechenden Bildpunkt
15 empfundenen Helligkeitswert ist.

Einer zweiten Variante zufolge weisen die Pixel eine logarithmische Wandelkennlinie auf. Diese Variante vereinfacht die Kontrastmessung, da der Kon-
20 trast zwischen zwei unterschiedlich hellen Stellen eines Objekts, d.h. das Verhältnis der von diesen zwei Stellen abgestrahlten Lichtintensitäten, der Differenz der Signale entspricht, die von den entsprechenden Pixeln des Bildsensors 5 geliefert werden. D.h., die Messung eines Kontrastes erfordert
25 in einer an den Bildsensor 5 mit logarithmischer Wandelkennlinie angeschlossenen Verarbeitungsschaltung lediglich die Bildung einer Differenz, aber keine rechenaufwendige Division.

30

- 13 -

Bei der Vorrichtung der Figur 3 ist eine Recheneinheit 6 an den Bildsensor 5 angeschlossen und empfängt Bilder von diesem.

- 5 Die Verarbeitung der Bilder in der Recheneinheit 6 kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Ein erstes, in Figur 4 dargestelltes Verfahren sieht in einem ersten Schritt die Auswahl eines Objekts in einem von dem Bildsensor 5 gelieferten Bild (S1) und eine Messung des Kontrastes $c(x_1)$ des Objektes (S2) vor, wobei die Entfernung x_1 zwischen der Kamera und dem Objekt zu diesem Zeitpunkt nicht bekannt ist. Im nächsten Schritt S3 wird das Objekt in von dem Bildsensor 5 in schneller Folge gelieferten Bildern eine Zeitlang verfolgt, während sich das Fahrzeug weiter bewegt. Der nächste Schritt S4 beinhaltet die neuerliche Messung eines Kontrastwertes $c(x_2)$ des Objekts. Der während der Verfolgung des Objekts vom Fahrzeug zurückgelegte Weg ($x_1 - x_2$) wird von der Rechenschaltung durch Integrieren eines beispielsweise vom Fahrzeugtachometer zugeführten Geschwindigkeitssignals über die Zeit mit Hilfe eines externen Zeittaktsignals CLK ermittelt. Die Ermittlung des Weges kann auch erfolgen durch Verfolgen der Änderung eines an einem Rad des Fahrzeugs abgegriffenen Drehwinkelsignals ϕ zwischen den zwei Messungen. Anschließend wird die Sichtweite δ nach der oben angegebenen Formel berechnet.

Diese „elementare“ Variante des Verfahrens kann in vielfacher Hinsicht verfeinert werden. Eine Möglichkeit besteht z.B. darin, nicht nur zwei Kontrastwerte für das ausgewählte Objekt zu messen, sondern eine Mehrzahl von Kontrastwerten, so daß die in Figur 2 gezeigte Kurve unter Verwendung einer Vielzahl von Meßwerten nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate angepaßt und δ so mit hoher Genauigkeit bestimmt werden kann.

10

Ferner ist es möglich, nicht nur ein Objekt zu wählen, sondern in jedem von dem Bildsensor 5 gelieferten Bild Kontrastmessungen an einer Vielzahl von Objekten vorzunehmen, um so über eine Vielzahl an jeweils unterschiedlichen Objekten aufgenommenen Meßwerten der Sichtweite δ zu verfügen.

Um geeignete Objekte für eine Messung zu finden, muß die Recheneinheit 6 diejenigen Bereiche eines von dem Sensor 5 gelieferten Bildes ausfindig machen, die einen vorgegebenen Mindestkontrast erreichen.

Falls das Fahrzeug sich tatsächlich durch Nebel bewegt, kann es vorkommen, daß Objekte erst ab einer geringen Entfernung vom Fahrzeug diesen Mindestkontrast erreichen. Dann kann die erste Kontrastmessung erst in geringem Abstand vom Fahrzeug durchgeführt werden, und die Zeit für eine zweite Messung kann knapp werden, so daß viele Meßversuche scheitern können. Diesem Problem kann begegnet werden, indem das Blickfeld der Kamera 2 nicht in Fahrt-

richtung sondern entgegengesetzt zur Fahrtrichtung ausgerichtet wird, oder, besser noch, indem der Recheneinheit 6 zwei Kameras zugeordnet werden, von denen eine in Fahrtrichtung und die andere in Gegenrichtung blickt, so daß die Recheneinheit 6, falls Messungen in Fahrtrichtung schwierig sein sollten, auf Messungen mit Hilfe der entgegengesetzt zur Fahrtrichtung ausgerichteten Kamera umschalten kann. Die entgegengesetzt zur Fahrtrichtung ausgerichtete Kamera kann nämlich für die Kontrastmessung aus allen in ihrem Blickfeld befindlichen Objekten das jeweils kontraststärkste auswählen, weil dieses das Objekt ist, was auch mit zunehmender Entfernung des Fahrzeugs von dem Objekt am längsten sichtbar und für eine Messung geeignet bleiben wird.

Einer vorteilhaften Weiterentwicklung zufolge ist der Recheneinheit 6 ein Bildspeicher 7 zugeordnet, der in Figur 3 gestrichelt dargestellt ist, und der dazu dient, von dem Bildsensor 5 gelieferte Bilder für eine begrenzte Zeitspanne zu puffern. Das von dieser weiterentwickelten Vorrichtung ausgeführte Verfahren wird mit Bezug auf Figur 5 erläutert.

25

In Schritt S11 wird hier zunächst ein vom Bildsensor 5 geliefertes Bild ohne weitere Bearbeitung in dem Bildspeicher 7 zwischengespeichert. Nachdem das Fahrzeug einen gegebenen Weg zurückgelegt hat und der Bildsensor 5 ein neues Bild geliefert hat, wird in diesem jüngeren Bild ein geeignetes Objekt für

30

- 16 -

die Kontrastmessung gewählt (Schritt S12) und deren Kontrast gemessen (Schritt S13).

Bei diesem Objekt kann es sich um die kontraststärkste Region des jüngeren Bildes handeln, d.h. die Messung des Kontrastes kann der Auswahl des Objektes auch vorangehen. Insbesondere bei Verwendung eines Bildsensors 5 mit logarithmischer Wandelkennlinie ist die Ermittlung des kontraststärksten Objekts mit geringem Rechenaufwand möglich.

Der Kontrast $c(x_2)$ des Objekts wird zwischengespeichert, und in Schritt S14 wird das ausgewählte Objekt in dem älteren Bild identifiziert. Diese Identifikation kann durch Rückverfolgen des Objekts mit Hilfe einer Vielzahl von ebenfalls in dem Bildspeicher 7 aufgezeichneten, zwischenzeitlich erzeugten Bildern erfolgen; es können auch Kreuzkorrelationstechniken eingesetzt werden.

20

Nach Ermittlung des Objekts in dem älteren Bild wird sein Kontrast $c(x_1)$ in diesem Bild ermittelt (Schritt S15), und die Sichtweite wie oben angegeben berechnet (Schritt S16).

25

Dieses Verfahren ist auch bei geringen Sichtweiten ohne weiteres anwendbar, weil das in dem jüngeren Bild ausgewählte Objekt in dem älteren auch dann ohne weiteres identifizierbar sein kann, wenn es nur noch einen sehr geringen Kontrast aufweist.

30

Auch bei dieser Ausgestaltung des Verfahrens besteht selbstverständlich die Möglichkeit, Messungen an einer Mehrzahl von Objekten gleichzeitig durchzuführen, oder mehr als zwei Kontrastmeßwerte für
5 eine Objekt zu erzeugen und auszuwerten.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Sichtweitenbestimmung mit den Schritten
 - Messen eines Kontrastes ($c(x_1)$, $c(x_2)$) an
10 einem Objekt (1) von wenigstens zwei unterschiedlich weit von dem Objekt (1) entfernten Meßpositionen (x_1 , x_2) eines Meßgerätes aus,
 - Umrechnen der Änderung der gemessenen Kontrastwerte in eine Sichtweite (δ).
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrechnung anhand des Verhältnisses der gemessenen Kontrastwerte und der Differenz der Entfernungen der Meßpositionen vom Objekt erfolgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Messung der Sichtweite eines Fahrers in einem fahrenden Kraftfahrzeug eingesetzt wird.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Entfernung des Meßgerätes vom Objekt (1) an jeder Meßposition absolut, vorzugsweise durch Triangulation, gemessen wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz der Entfernungen

(x_1 , x_2) der Meßpositionen vom Objekt (1) durch Messen des von dem Kraftfahrzeug zwischen den zwei Meßpositionen zurückgelegten Weges ermittelt wird.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem Kraftfahrzeug zurückgelegte Weg anhand eines im Fahrzeug vorhandenen Geschwindigkeitssignals (V) und einer Zeitreferenz (CLK) ermittelt wird.
10
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem Kraftfahrzeug zurückgelegte Weg durch Messen des von einem Rad des Fahrzeugs zwischen den Meßpositionen zurückgelegten Drehwinkels (ϕ) ermittelt wird.
15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt jeweils innerhalb eines kegelförmigen Volumens (4) mit vorgegebenem Öffnungswinkel ausgewählt wird, an dessen Scheitel sich das Fahrzeug befindet und dessen Achse (3) der Bewegungsrichtung des Fahrzeugs entspricht.
20
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt in einem in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegenden kegelförmigen Volumen (4) ausgewählt wird.
25
10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt in einem in Fahrtrichtung hinter dem Fahrzeug liegenden kegelförmigen Volumen ausgewählt wird.
30

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Objekt in einem in Fahrtrichtung hinter dem Fahrzeug liegenden kegelförmigen Volumen ausgewählt wird, wenn eine Sichtweitenmessung an einem in Fahrtrichtung vor dem Fahrzeug liegenden Objekt scheitert.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an den wenigstens zwei Meßpositionen (x_1 , x_2) jeweils ein Bild aufgezeichnet wird, daß das Objekt in dem jüngsten der Bilder ausgewählt (S12) und in dem wenigstens einen älteren Bild identifiziert wird (S14), um die Kontrastmessung (S15) durchzuführen.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kontrastmessung an dem Objekt (1) von wenigstens drei unterschiedlich weit von dem Objekt entfernten Meßpositionen aus durchgeführt wird und die Sichtweite (δ) durch ein Anpassungsverfahren ermittelt wird.
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erhaltene Meßwert der Sichtweite zum Festlegen einer Höchstgeschwindigkeit eines Kraftfahrzeugs eingesetzt wird.
15. Meßgerät zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, daß es einen CCD- oder CMOS-Bildsensor umfaßt.

- 5 16. Meßgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildsensor (5) eine nichtlineare, vorzugsweise eine logarithmische Wandelkennlinie aufweist.
- 10 17. Meßgerät nach Anspruch 15 oder 16, gekennzeichnet durch einen Bildspeicher 7 zum zeitweiligen Puffern vom Bildsensor 5 gelieferten Bildern.

Fig. 1a

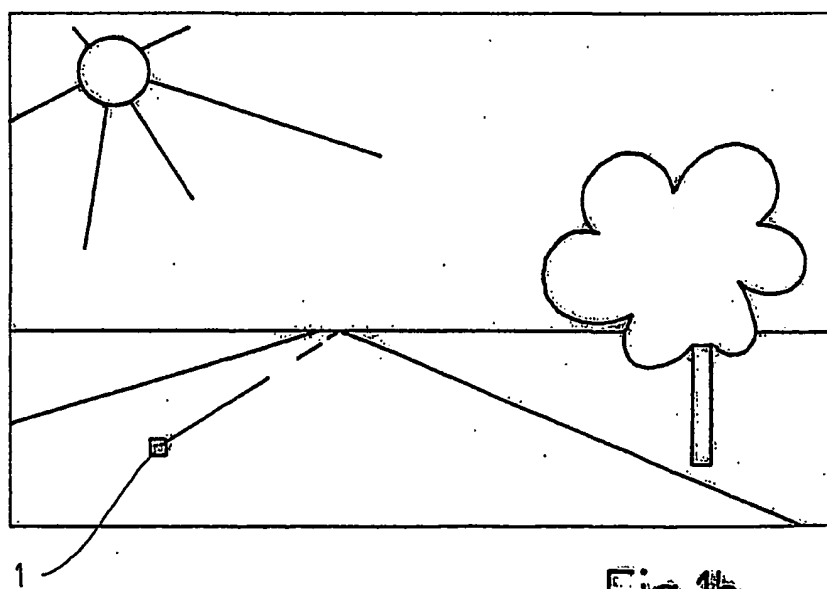
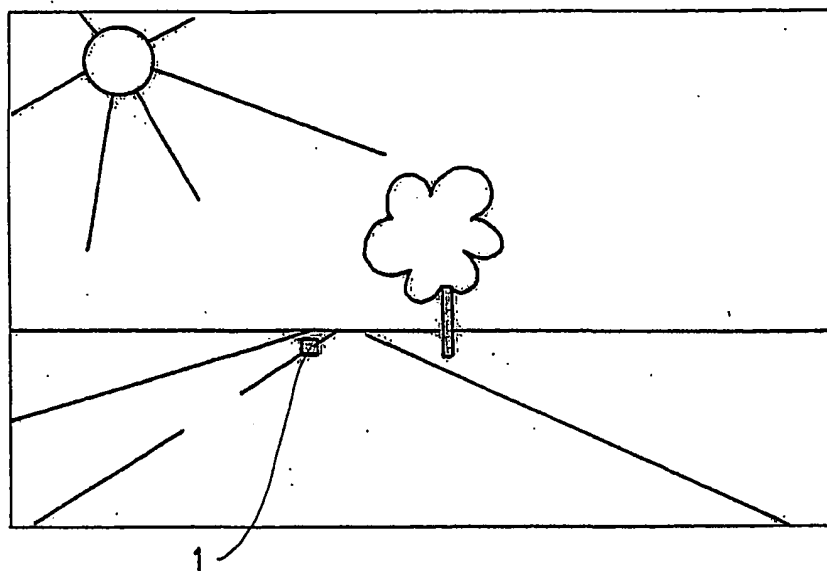


Fig. 1b

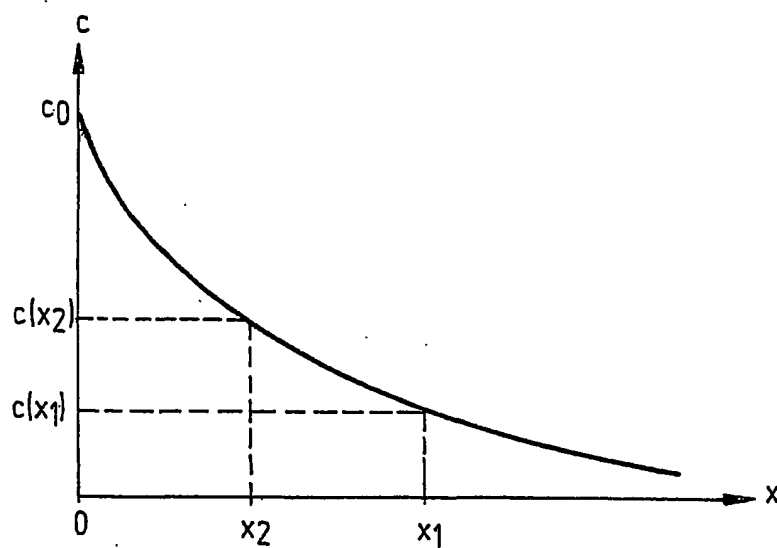


Fig.2

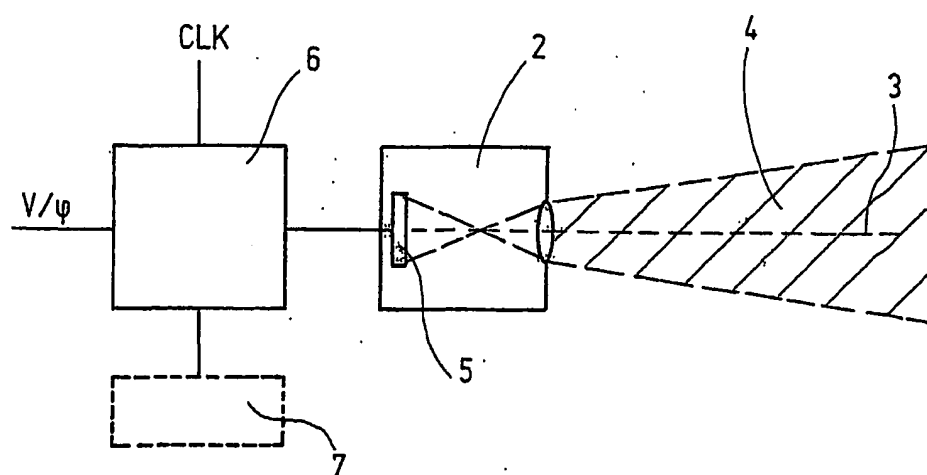


Fig.3

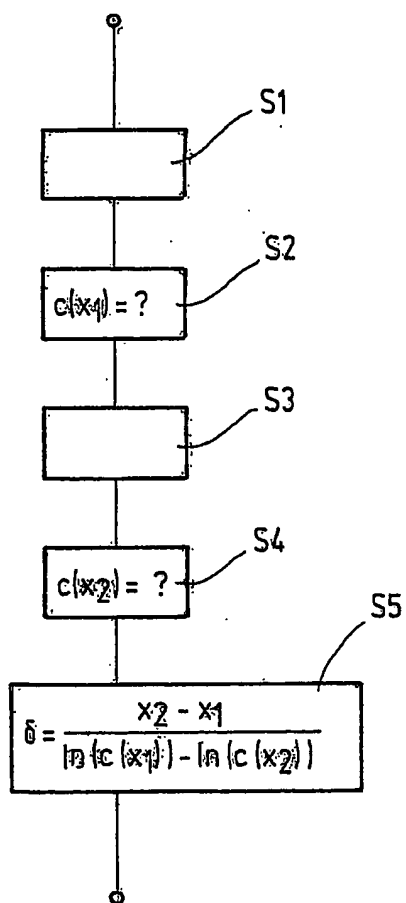


Fig. 4

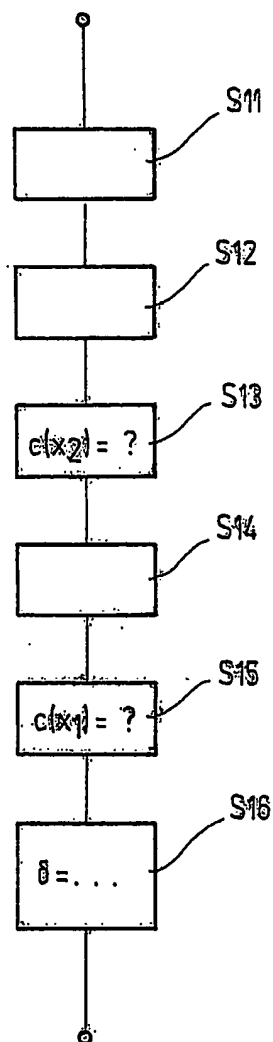


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter al Application No
PCT/DE 01/02028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01S11/12 G01N21/53 B60R16/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01S G01N B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 470 (P-798), 9 December 1988 (1988-12-09) & JP 63 188741 A (HOKKAIDO KAIHATSUKIYOKU DOBOKU SHIKENJO; OTHERS: 01), 4 August 1988 (1988-08-04)	1
Y	abstract	3-5, 8, 9, 15, 17
Y	EP 0 691 534 A (VOLKSWAGENWERK AG) 10 January 1996 (1996-01-10) abstract	3-5, 8, 9, 15, 17
A	US 4 216 498 A (EVANS WILLIAM E ET AL) 5 August 1980 (1980-08-05) abstract column 1, line 6 -column 5, line 15	1, 13
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

19 October 2001

Date of mailing of the international search report

29/10/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/02028

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 30 289 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20 February 1997 (1997-02-20) abstract column 1, line 5 - line 64 column 2, line 17 - line 26 -----	1, 3, 14
A	EP 0 687 594 A (VALEO VISION) 20 December 1995 (1995-12-20) cited in the application the whole document -----	1
A, P	DE 199 28 915 A (BOSCH GMBH ROBERT) 11 January 2001 (2001-01-11) the whole document -----	1, 14, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/JP 01/02028

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 63188741	A	04-08-1988	JP 2665739 B2	22-10-1997
EP 0691534	A	10-01-1996	EP 0691534 A1	10-01-1996
			US 5987152 A	16-11-1999
US 4216498	A	05-08-1980	NONE	
DE 19530289	A	20-02-1997	DE 19530289 A1	20-02-1997
			WO 9706997 A1	27-02-1997
			EP 0785883 A1	30-07-1997
			JP 10507428 T	21-07-1998
			US 6108084 A	22-08-2000
EP 0687594	A	20-12-1995	FR 2721400 A1	22-12-1995
			DE 69504761 D1	22-10-1998
			DE 69504761 T2	15-04-1999
			EP 0687594 A1	20-12-1995
DE 19928915	A	11-01-2001	DE 19928915 A1	11-01-2001
			EP 1067399 A2	10-01-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02028

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S11/12 G01N21/53 B60R16/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01S G01N B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 470 (P-798), 9. Dezember 1988 (1988-12-09) & JP 63 188741 A (HOKKAIDO KAIHATSUKIYOKU DOBOKU SHIKENJO; OTHERS: 01), 4. August 1988 (1988-08-04)	1
Y	Zusammenfassung	3-5, 8, 9, 15, 17
Y	EP 0 691 534 A (VOLKSWAGENWERK AG) 10. Januar 1996 (1996-01-10) Zusammenfassung	3-5, 8, 9, 15, 17
A	US 4 216 498 A (EVANS WILLIAM E ET AL) 5. August 1980 (1980-08-05) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 6 - Spalte 5, Zeile 15 --- -/-	1, 13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

19. Oktober 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/10/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roost, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02028

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 30 289 A (BOSCH GMBH ROBERT) 20. Februar 1997 (1997-02-20) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 64 Spalte 2, Zeile 17 - Zeile 26 ---	1,3,14
A	EP 0 687 594 A (VALEO VISION) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1
A,P	DE 199 28 915 A (BOSCH GMBH ROBERT) 11. Januar 2001 (2001-01-11) das ganze Dokument -----	1,14,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter ☐ als Aktenzeichen

PCT/DE 01/02028

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 63188741	A	04-08-1988	JP	2665739 B2	22-10-1997
EP 0691534	A	10-01-1996	EP	0691534 A1	10-01-1996
			US	5987152 A	16-11-1999
US 4216498	A	05-08-1980	KEINE		
DE 19530289	A	20-02-1997	DE	19530289 A1	20-02-1997
			WO	9706997 A1	27-02-1997
			EP	0785883 A1	30-07-1997
			JP	10507428 T	21-07-1998
			US	6108084 A	22-08-2000
EP 0687594	A	20-12-1995	FR	2721400 A1	22-12-1995
			DE	69504761 D1	22-10-1998
			DE	69504761 T2	15-04-1999
			EP	0687594 A1	20-12-1995
DE 19928915	A	11-01-2001	DE	19928915 A1	11-01-2001
			EP	1067399 A2	10-01-2001